

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE SEMEADURA NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA

INFLUENCE OF SEEDING DENSITY ON AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN CULTIVARS

Thainara Gomes de Araujo¹, Krysthian Leonardo Harms² Ariadne Waureck³

Resumo: A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma aleuro-oleaginosa, sendo uma das principais commodities internacionais. A densidade de semeadura, é extremamente importante, pois esta interfere em diversas características no desenvolvimento e produtividade. O objeto deste trabalho foi analisar as características agronômicas e a produtividade das cultivares de soja em relação às diferentes densidades de semeadura para a região de Carambeí - PR. O delineamento experimental utilizado foi de cultivo em faixas, em esquema fatorial, com os tratamentos de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas por metro linear, utilizando duas cultivares de soja, sendo a cultivar BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, com quatro repetições. Foram realizadas avaliações de altura de planta, diâmetro de caule, número de vagem por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos, inserção de primeira e última vagem e produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de SNK a 5% de probabilidade com o auxílio do software R-Studio. Nas primeiras avaliações de altura a cultivar BMX Zeus apresentou maior altura, sendo ultrapassada pela cultivar BMX Lança a partir de 21 dias após a semeadura. A altura de plantas e diâmetro de caule variou em função da densidade de semeadura. O número de vagem por planta da cultivar Lança diminuiu em relação ao aumento da densidade. A cultivar BMX Zeus apresentou o maior peso de mil grãos. A altura de inserção de primeira e última vagem foi maior na cultivar BMX Lança. Não houve diferença para o número de grãos por vagem e produtividade.

Palavras-Chave: *Glycine max* (L.) Merrill. Arranjo populacional. Plasticidade. Componentes de rendimento.

Abstract: Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is considered an oilseed and is one of the main international commodities. Sowing density is extremely important, as it affects several characteristics in development and productivity. The object of this work was to analyze the agronomic characteristics and productivity of soybean cultivars in relation to different sowing densities for the Carambeí - PR region. The experimental design used was strip cultivation, in a factorial scheme, with treatments of 8, 11, 14, 17 and 20 plants per linear meter, using two soybean cultivars, the BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO cultivar and the cultivar BMX LANCE 58I60 RSF IPRO, with four replications. Evaluations were carried out on plant height, stem diameter, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand grains, insertion of the first and last pod and productivity. The data were subjected to analysis of variance and SNK test at 5% probability with the aid of the R-Studio software. In the first height assessments, the BMX Zeus cultivar showed greater height, being surpassed by the BMX Spear cultivar 21 days after sowing. Plant height and stem diameter varied depending on sowing density. The number of pods per plant of the Lance cultivar decreased in relation to the increase in density. The cultivar BMX Zeus presented the highest weight of one thousand grains. The insertion height of the first and last pod was greater in the BMX Lance cultivar. There were no differences for the number of grains per pod and productivity.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. Population arrangement. Plasticity. Income components.

¹ Discente do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE Ponta Grossa – PR Brasil. E-mail: thainaragaraujo@gmail.com.

² Discente do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE Ponta Grossa – PR Brasil. E-mail: krysthianleonardo@gmail.com.

³ Eng.Agr., Professora Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: ariadne.waureck@cescage.edu.br.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada uma aleuro-oleaginosa, sendo uma das principais commodities internacionais, onde na composição do grão há em média cerca de 34% de proteínas, 17 % de lipídeos e cerca de 18% de carboidratos, sendo muito utilizada para extração de óleo e alimentação seja de animais ou humanos (SILVA; FERREIRA, 2017).

A soja apresenta dentre suas características alta plasticidade, que consiste na capacidade adaptativa a diferentes ambientes e manejos empregados, a qual é expressa em diferenças morfológicas e em componentes de rendimento, pois a planta visa adequar-se ao arranjo espacial disponível para alcançar um melhor rendimento possível (CRUZ et al., 2015).

O comportamento das características agrônômicas e produtividade da cultura da soja variam conforme a cultivar, podendo citar a ramificação do caule, estatura de planta, inserção das vagens, entre outras. Devido este comportamento cada cultivar terá uma resposta diferente em relação a densidade de semeadura a ser utilizada, na qual podem ter respostas mais positivas ou negativas diante a densidades maiores ou menores (BORGES, 2016).

A densidade de semeadura da cultura, é extremamente importante, pois esta definirá características de desenvolvimento, tais como a altura de planta, diâmetro e ramificação do caule, inserção da primeira e última vagem, número de vagens e também a massa do grão. Assim também pode haver a presença de alguns fatores indesejados em função das variações de densidades de semeadura, como a competitividade interespecífica e intraespecífica, incidência de doenças, estiolamento de plantas, entre outros, fatores esses que podem interferir diretamente na produtividade da cultura (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

Segundo o trabalho de Souza et al. (2009), o qual avaliou as cultivares de soja CD213RR e BRS 255RR, dispostas em diferentes densidades de semeadura, sendo 12, 18, 24, 30 e 36 plantas por m², avaliado na região de Campos de Cima da Serra no Rio Grande do Sul, foi observado uma menor ramificação das plantas com o aumento da densidade, porém surgiu um efeito compensatório na produção pois em maiores densidades, o maior número de plantas na área compensou a baixa ramificação destas.

Conforme o estudo de Busanello et al. (2013), onde foi avaliado a cultivar Fundacep 53RR disposta em densidades diferentes de 5, 10, 20, 30, e 40 plantas por m², foi constatado que as plantas apresentaram um maior número de hastes por m² com o aumento da população de plantas.

Segundo o estudo de Gomes et al. (2017), onde a cultivar de soja BRS 8381 foi submetida a diferentes densidades de semeadura, sendo estas de 10, 14, 18, e 22 plantas por metro linear no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima. De acordo com a avaliação, foi constatado uma maior altura e menor diâmetro de caule das plantas com o aumento da densidade de semeadura, sendo justificado pela menor intensidade de luz.

De acordo com o trabalho de Mauad et al. (2010) avaliando a cultivar Coodetec - 219 RR, com as densidades de 10, 12, 14, 16 e 18 plantas por metro linear, no estado do Mato Grosso do Sul, observou-se que a altura das plantas e a inserção da primeira vagem foram maiores com aumento da densidade, já em relação a ramificação do caule e número de vagem por planta, notou-se que quanto maior a densidade maior redução de ramificações e número de vagens.

Conforme o estudo de Ramos Junior et al., (2019), as cultivares testadas pelos autores tiveram aumento produtivo com o aumento da densidade de semeadura de até 380 mil plantas/ha, e em contrapartida as cultivares quando submetidas a menores densidades, apresentaram menor produtividade.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as características agrônômicas e a produtividade das cultivares de soja BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, em relação às diferentes densidades de semeadura para a região do estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Carambeí (PR), na propriedade Estância Portal dos Ventos, sob as coordenadas de latitude 24° 57' 59,918" S e longitude 50° 5' 37,044" W, com um clima classificado, segundo Koppen, do tipo Cfb e o solo da área experimental se caracteriza como latossolo de textura média, ocorrendo assim o experimento no período de novembro de 2022 até o mês de março de 2023. Antecedendo a instalação do experimento, foi realizada a amostragem do solo, sendo coletadas 10 subamostras da área experimental, na camada de 0 a 20 centímetros, com intuito de realizar a análise química do solo, como representado a seguir.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental.

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	CTC	P	MO	V	Al
<=====mmoldm ³ =====>								mg/dm ³	g/dm ³	%	
4,81	36,46	2,88	40,4	13,5	2,46	56,36	92,82	45	25,25	60,72	4,86

Fonte: Interpartner serviços gerais – ISG

De acordo com a interpretação da análise do solo, foi possível identificar a necessidade de corrigir a acidez do solo através da calagem, sendo efetuada três meses antes da semeadura, onde foi realizada a aplicação da dose de 1 Mg ha⁻¹ a lanço na área do experimento.

Na realização do experimento, foi utilizado o delineamento experimental de cultivo em faixas, em esquema fatorial, onde os tratamentos consistiam em cinco densidades de semeadura, sendo de 8, 11, 14, 17 e 20 plantas por metro linear, utilizando duas cultivares de soja, sendo a cultivar BMX ZEUS 55I57 RSF IPRO e a cultivar BMX LANÇA 58I60 RSF IPRO, com quatro repetições, cada cultivar tinha 20 parcelas, totalizando 40 parcelas acompanhadas durante o experimento.

Assim, cada parcela avaliada apresentava 10 linhas de 6 metros de comprimento, onde o espaçamento utilizado foi de 0,40 metros entre linhas. Dessa forma, a área útil da parcela foi de 4 m² localizada na parte central da parcela, assim eliminando 3 linhas de semeadura das extremidades da parcela, e cerca de 1,75 metros do início e do final da linha.

A semeadura do experimento foi realizada no dia 15 de novembro de 2022, em sistema de plantio direto, no qual a cultura antecedente do plantio da soja era a de aveia preta. As sementes utilizadas foram adquiridas com tratamento de fungicidas e inseticidas advindos da indústria, e estas então foram submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* na propriedade antes da semeadura. A adubação de base utilizada na semeadura foi de 160 kg/ha do formulado 11-52-00, de acordo com o recomendado com base na análise de solo. Na adubação de cobertura da soja, foi utilizado o cloreto de potássio (KCl) na dose de 180 kg ha⁻¹ distribuídos a lanço sobre a área experimental, quando as plantas estavam no estágio V5.

Para realizar a semeadura a semeadora foi regulada para a população de 23 plantas por metro linear, para assim minimizar quaisquer falhas de estande. Após 15 dias da semeadura do experimento, foi realizado o processo de desbaste, onde cada parcela foi submetida a sua respectiva população.

No pré-plantio foi realizada a aplicação do herbicida Heat[®] (saflufenacil) na dose de 35 g ha⁻¹, o herbicida U 46 BR[®] (2,4-D) na dose de 1 L ha⁻¹, também o herbicida Crucial[®] (glifosato) na dose de 1,5 L ha⁻¹ e o adjuvante Assist[®] (Hidrocarbonetos alifáticos) na dose de 0,5 L ha⁻¹ para controle de buva (*Coniza spp*) e aveia (*Avena sativa*) presentes na área. Após 15 dias desta aplicação, foi realizada uma nova aplicação do herbicida Trunfo[®] (glufosinato),

na dose de 2 L ha⁻¹, também do adjuvante Áureo[®] (Éster metílico de óleo de soja), na dose de 0,35 L ha⁻¹ e do Ácido bórico[®] na dose de 15 Kg ha⁻¹ para o controle de azevém (*Lolium multiflorum*) e de buva (*Coniza spp*) e o Ácido bórico para incremento de Boro no solo.

Após 7 dias da semeadura, foi realizada a aplicação de fertilizante foliar YaraVita Raiz[®] (Nitrogênio, Cobalto, Molibdênio), na dose de 50 mL ha⁻¹, juntamente com o herbicida Xequê Mate[®] (glifosato), na dose de 1 L ha⁻¹ para o controle de aveia (*Avena sativa*).

Com 30 dias após a semeadura, no estágio V5, foi realizada a aplicação de fertilizante foliar com o nome comercial Grap manganês RR[®] (manganês), na dose de 1,5 L ha⁻¹, e outro fertilizante foliar, sendo o YaraVita Raiz[®] (Nitrogênio, Cobalto, Molibdênio), na dose de 100 mL ha⁻¹. Na mesma aplicação foi adicionado o fungicida Battle[®] (flutriafol, carbendazim), na dose 0,6 L ha⁻¹, para o controle de Oídio (*Microsphaera diffusa*) e o herbicida Xequê Mate[®] (glifosato), na dose de 1,5 L ha⁻¹ para o controle de aveia (*Avena sativa*), capim papuã (*Brachiaria plantaginea*) e capim pé de galinha (*Eleusine indica*).

Quando a cultura estava no estágio R2, foi realizada aplicação do fungicida Fox Pro[®] (bixafem, proticonazol, trifloxistrobina), na dose de 0,5 L ha⁻¹, como controle preventivo de mancha alvo (*Corynespora cassiicola*), ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), cercosporiose (*Cercospora kikuchii*), antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e de oídio (*Microsphaera diffusa*). Nesta mesma aplicação foi utilizado o fungicida Zignal[®] (fluazinam) para o controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), na dose de 1 L ha⁻¹, juntamente com o adjuvante Áureo[®] (Éster metílico de óleo de soja), na dose de 0,15 L ha⁻¹.

No estágio R3, foi aplicado um bioestimulante à base de extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*), glicina betaína e ácido salicílico, na dose de 0,25 L ha⁻¹, juntamente com o fungicida Sumilex[®] (procimidona), com a dose de 1 kg ha⁻¹ para o controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Quando as plantas se apresentavam em R4, foi realizada aplicação do inseticida Sperto[®] (acetamiprido, bifentrina), na dose de 200 g ha⁻¹, para o controle de percevejo marrom (*Euschistus heros*). Nesta mesma aplicação foi utilizado o fungicida Absoluto[®] (clorotalonil), na dose de 1,5 L ha⁻¹, para o controle de Míldio (*Peronospora manshurica*) e Mancha -parda (*Septoria glycines*), juntamente com o fungicida Fusão[®] (metonomistrobina, tebuconazol), na dose de 0,5 L ha⁻¹, para o controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), Antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e Mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*), juntamente com o adjuvante Áureo[®] (Éster metílico de óleo de soja), dose de 0,75 mL ha⁻¹.

Em estágio R5 teve uma nova aplicação de fungicida, sendo utilizado o Aproach prima[®] (picoxistrobina, ciproconazol), na dose de 0,3 L ha⁻¹, para o controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), cercosporiose (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*), como complemento deste fungicida foi utilizado o fungicida Unizeb Gold[®] (mancozeb), para o controle das doenças citadas acima, utilizando a dose de 1,65 kg ha⁻¹. Nesta mesma aplicação foi adicionado o inseticida Proclaim[®] (benzoato de emamectina), na dose de 165 g ha⁻¹, para o controle de lagartas sendo a Lagarta-falsa medideira (*Chrysodeixis includens*) e (*Rachiplusia nu*), juntamente com o adjuvante Áureo[®] (Éster metílico de óleo de soja) e o herbicida Crucial[®] (glifosato) na dose de 1,8 L ha⁻¹, para o controle de para o controle de aveia (*Avena sativa*), capim papuã (*Brachiaria plantaginea*) e capim pé de galinha (*Eleusine indica*).

No estágio R7 foi realizada a última aplicação, utilizando o fungicida Versatilis[®]

(fenpropimorfe e cetona), na dose de 0,3 L ha⁻¹, para controle preventivo de Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o fungicida Unizeb Gold[®] (mancozeb) na dose de 1,5 kg ha⁻¹ e o inseticida Proclaim[®] (benzoato de emamectina) na dose de 0,15 kg ha⁻¹, para o controle das pragas citadas na aplicação anterior.

Todas as aplicações foram realizadas com pulverizador autopropelido, juntamente com as aplicações realizadas nas áreas da fazenda.

A colheita do experimento foi realizada de forma manual com a retirada de todas as plantas presentes na área útil de cada parcela, onde as plantas foram acondicionadas em embalagens e identificadas de acordo com o tratamento utilizado.

Durante o cultivo do experimento, foram realizadas avaliações das características agrônomicas e produtividade das plantas de soja da área útil de cada parcela, sendo citadas a seguir.

Altura: as medições de altura das plantas foram realizadas quinzenalmente a partir do estádio V4, com auxílio de uma régua, selecionando 10 plantas aleatórias da área útil de cada parcela, dessa forma, a medição era feita da base até o ápice da planta, totalizando seis avaliações.

Diâmetro do caule: a avaliação do diâmetro do caule das plantas de soja foi feita com auxílio de um paquímetro, onde este era posicionado na base da planta a 2,5 centímetros no nível do solo para coleta dos dados, também foram selecionadas de forma aleatória 10 plantas da parte útil da parcela, e juntamente com a avaliação de altura, foi realizada a cada quinze dias a partir do estádio V4, totalizando seis avaliações.

Inserção de primeira e última vagem: a medição da inserção de primeira e última vagem, foi realizada momentos antes da colheita, onde foram escolhidas dez plantas aleatórias na área útil de cada parcela e, com o auxílio da régua, os valores da altura da primeira e da última vagem de cada planta foram coletados.

Número de vagem por planta: para a determinação do número de vagem por planta, foi realizada a coleta de 10 plantas aleatórias presentes na área útil de cada parcela, dessa forma foi realizado o destacamento e contagem das vagens presentes em cada planta.

Número de grãos por vagem: para realização da contagem do número de grãos, as vagens de cada planta foram abertas de forma separada e seus grãos foram contabilizados, sendo assim o número total de grãos de cada planta foi dividido pela quantidade de vagens que a planta apresentava.

Massa de mil grãos: para a determinação da massa de mil grãos, foram coletados da massa de grãos de cada parcela um total de oito amostras contendo 100 sementes cada, as quais foram submetidas a determinação do teor de umidade em estufa, onde foram retiradas duas subamostras de 5 gramas de cada parcela, foram pesadas, submetidas à estufa a 105° C por um período de 24 horas (BRASIL, 2009), e após a retirada as mesmas foram pesadas novamente e, dessa forma, o valor da umidade foi calculado, corrigindo a umidade dos grãos para 13%.

Produtividade: a determinação da produtividade foi realizada após a colheita, onde a massa de grãos obtida de cada parcela foi pesada, corrigindo o valor para 13,0% de umidade, e em seguida o peso foi convertido de quilograma por metro quadrado para quilogramas por hectare.

Os dados obtidos com o experimento, foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e à análise de variância. Quando significativo para cultivar foi realizado teste SNK a 5% de probabilidade e quando significativo para densidade de plantas, foi realizada a análise de regressão polinomial, com o auxílio do software R-Studio.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Em relação à altura de plantas, houve interação significativa das diferentes densidades em algumas avaliações de altura.

Durante a condução do experimento, foram realizadas um total de seis avaliações de altura nas plantas, onde foi possível observar que na primeira, segunda e terceira avaliação de altura, houve diferença significativa entre as cultivares, sendo que a cultivar BMX Zeus apresentou maior altura em relação a cultivar BMX Lança, sendo perceptível em todas as densidades testadas. Na quarta avaliação de altura das plantas, não foi notável nenhuma diferença significativa entre as cultivares independente da densidade; porém na quinta e sexta avaliação, as cultivares apresentaram diferença apenas nas densidades de 17 plantas por metro linear e 20 plantas por metro linear, onde a cultivar BMX Lança ultrapassou a BMX Zeus em altura nas respectivas avaliações, representado na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Médias de altura de plantas das cultivares BMX Lança e BMX Zeus.

	8 plantas m ⁻¹	11 plantas m ⁻¹	14 plantas m ⁻¹	17 plantas m ⁻¹	20 plantas m ⁻¹
1º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	15,15a	14,67a	14,47a	14,69a	14,62a
C. Lança	12,33b	12,55b	12,63b	13,47b	12,72b
2º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	24,3a	27,42a	26,66a	26,97a	30,55a
C. Lança	19,71b	20,52b	21,61b	21,67b	22,88b
3º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	41,3a	50,17a	50,77a	50,32a	55,25a
C. Lança	30,73b	34,77b	35,07b	37,35b	37,02b
4º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	54,35a*	63,65a*	63,97a*	61,42a*	68,35a*
C. Lança	48,85a*	56,37a*	57,85a*	62,32a*	63,65a*
5º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	56,5a*	67,25a*	65,72a*	66,25a	69,3a
C. Lança	63,77a*	73,7a*	73,67a*	81,3b	80,63b
6º avaliação de altura (cm)					
C. Zeus	55,77a*	64,67a*	64,05a*	61,4a	69,3a
C. Lança	66,8a*	77,5a*	76,05a*	81,45b	81,65b

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Na cultivar BMX Lança, na terceira avaliação foi identificado um aumento da altura das plantas em relação ao aumento da densidade, até a população de 17 plantas por metro, onde em seguida houve uma sutil diminuição da média de altura (Figura 1 A). Na quarta avaliação das plantas, houve um aumento constante e polinomial da altura das plantas em função do aumento do número de plantas por metro (Figura 1 B). Na quinta avaliação de altura do experimento, foi notado um aumento da altura das plantas proporcional ao aumento da densidade, porém a partir da população de 17 plantas por metro, a média de altura apresentou uma pequena diminuição (Figura 1 C). Na sexta e última avaliação de altura do experimento, foi percebido que a altura das plantas aumentou até a densidade de 11 plantas por metro, em seguida na densidade de 14 plantas por metro houve um decréscimo da altura, e por fim nas densidades de 17 e 20 plantas por metro a altura continuou a subir (Figura 1 D). Todas as avaliações foram melhores representadas pela resposta cúbica na regressão polinomial.

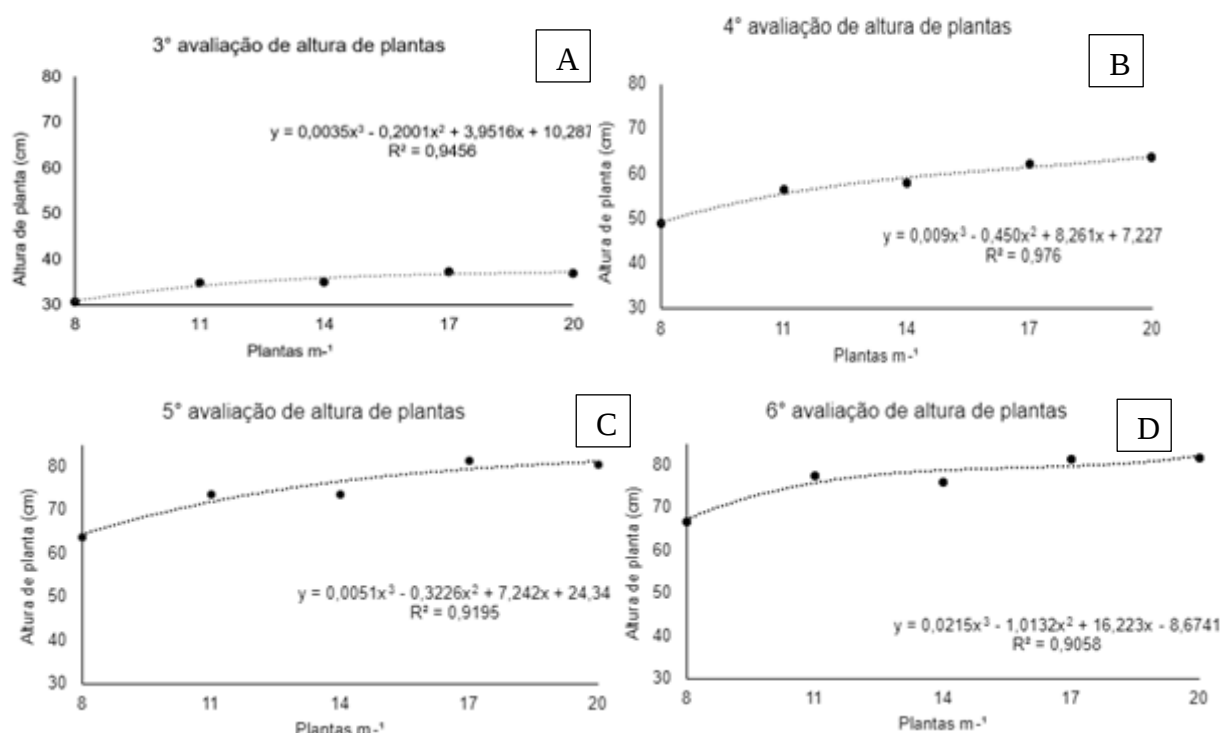


Figura 1 - (A): terceira avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de sementeira; (B): quarta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de sementeira; (C): quinta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de sementeira; (D): sexta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Lança em função da densidade de sementeira.

Para a cultivar BMX Zeus, em relação ao fator população, também foi identificado diferenças significativas em algumas avaliações. Dessa forma, na segunda avaliação de altura da cultivar, foi visto que a altura aumentou em relação à população até a densidade de 11 plantas por metro, onde em seguida houve uma diminuição da altura na população de 14 plantas por metro, e em seguida a altura voltou a aumentar em relação às densidades de 17 e 20 plantas por metro (Figura 2 A). Na terceira avaliação de altura, foi identificado que a altura das plantas aumentou até a densidade de 14 plantas por metro, em seguida houve uma sutil diminuição da média de altura na densidade de 17 plantas por metro, e, por fim a altura voltou a subir na densidade de 20 plantas por metro (Figura 2 B). Na quarta avaliação de altura das plantas, foi notado que até a densidade de 14 plantas por metro linear a média de altura subiu de forma constante, porém na densidade de 17 plantas por metro houve uma queda na média, e por fim na densidade de 20 plantas por metro a média continuou subindo (Figura 2 C). Na quinta e na sexta avaliação de altura, a média subiu em função da população até a densidade de 11 plantas por metro, em seguida a média decresceu na densidade de 14 plantas por metro, e, por fim a média voltou a subir até as 20 plantas por metro (Figura 2 D e E). Segundo o trabalho de Alba (2021), onde utilizou a cultivar BMX zeus nas populações de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro linear, não observou diferenças significativas de altura das plantas entre as populações. Já no trabalho de Mauad (2010) houve diferenças significativas na altura de plantas, aumentando em função da densidade, o autor explica que com o aumento da população, se tem a competição intraespecífica entre as plantas por luz, o que acaba acarretando o estiolamento das plantas.

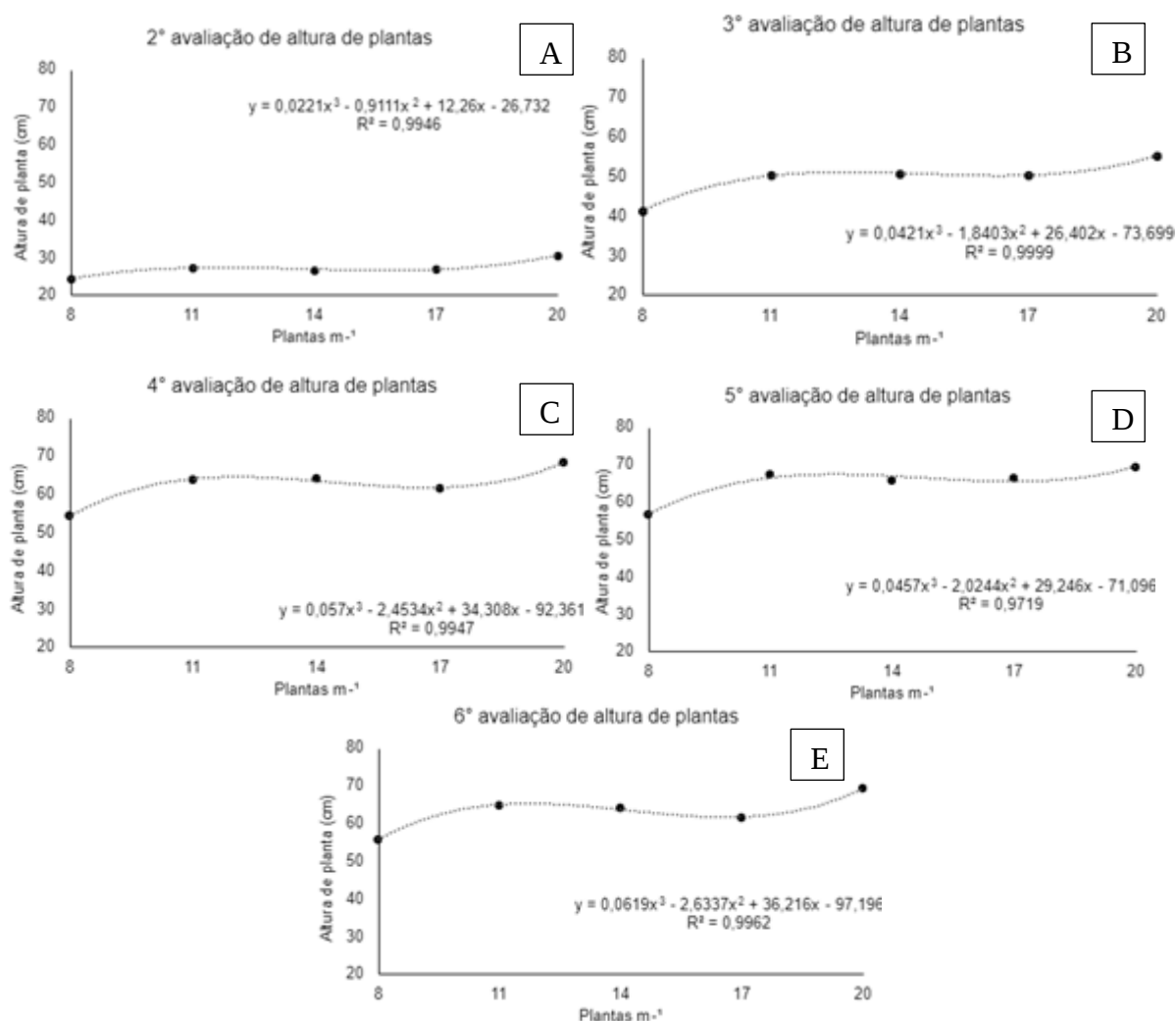


Figura 2 - (A): Segunda avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (B): Terceira avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (C): Quarta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (D): Quinta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (E): Sexta avaliação de altura de planta da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura.

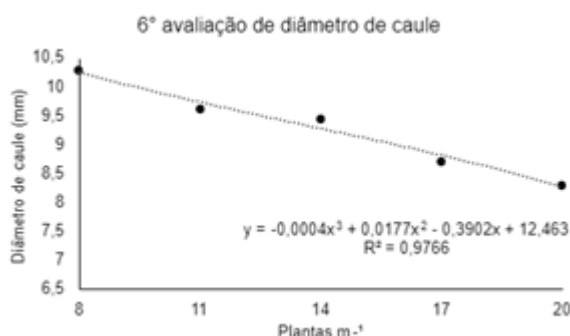
Durante a condução do experimento, também foram realizadas 6 avaliações do diâmetro de caule das plantas, tendo sido observado que na primeira, segunda e terceira avaliação de diâmetro, não houve interação significativa entre as cultivares e a densidade de plantas. Sendo assim, na quarta avaliação de diâmetro, foi notado que houve interação entre as cultivares, nas densidades de 14, 17 e 20 plantas por metro linear. Na quinta avaliação de diâmetro de caule, foi constatado interação entre as cultivares nas densidades de 8, 14, 17, 20 plantas por metro linear. Na sexta avaliação de diâmetro, foi percebido que houve interação entre as cultivares em relação a todas as densidades de semeadura com exceção da última de 20 plantas por metro linear (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias de diâmetro de caule das cultivares BMX Lança e BMX Zeus.

	8 p.m ⁻¹	11 p.m ⁻¹	14 p.m ⁻¹	17 p.m ⁻¹	20 p.m ⁻¹
1º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	4,62a*	4,83a*	4,91a*	4,27a*	4,95a*
Cultivar Lança	4,31a*	4,51a*	4,75a*	4,35a*	4,62a*
2º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	6,46a*	6,3a*	6,15a*	5,62a*	6,31a*
Cultivar Lança	5,87a*	6,11a*	6,26a*	6,1a*	6,35a*
3º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	7,76a*	8,4a*	7,38a*	6,86a*	6,83a*
Cultivar Lança	7,41a*	8,25a*	7,2a*	7,11a*	7,66a*
4º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,61a*	9,1a*	7,77a	7,61a	7,87a
Cultivar Lança	9,31a*	9,37a*	8,88b	8,68b	8,88b
5º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,51a	8,66a*	8,06a	7,65a	7,48a
Cultivar Lança	9,61b	9,21a*	9,21b	8,7b	9b
6º avaliação de diâmetro de caule (mm)					
Cultivar Zeus	8,32a	8,32a	7,65a	7,51a	7,97a*
Cultivar Lança	10,28b	9,62b	9,45b	8,7b	8,3a*

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Em relação às avaliações dos diferentes valores de diâmetro de caule em relação a mudança da densidade de semeadura na cultivar BMX Lança, foi possível visualizar que apenas na sexta avaliação houve diferença significativa, onde o diâmetro diminuiu em função do aumento da densidade de plantas de forma constante e linear (Figura 3).

**Figura 3** - Sexta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Lança em função da densidade de semeadura.

Na avaliação das diferenças de diâmetro em função as diferentes densidades de plantas na cultivar BMX Zeus, foi percebida a significância na terceira, quarta e quinta avaliação de plantas, onde todas apresentaram comportamento semelhante, onde o valor do diâmetro subiu em função do aumento da densidade de plantas até a população de 11 plantas por metro e atingiu seu maior valor, em seguida o valor do diâmetro das plantas foi reduzindo à medida que a densidade de semeadura aumentava (Figura 4). Esse padrão de comportamento pode ser justificado pelo fato de que as plantas tendem ao estiolamento à medida que são submetidas a maiores densidades de semeadura, devido a sua competitividade para absorção de luz solar, água e nutrientes, assim o caule tende a ficar menos espesso (MAUAD et al., 2010).

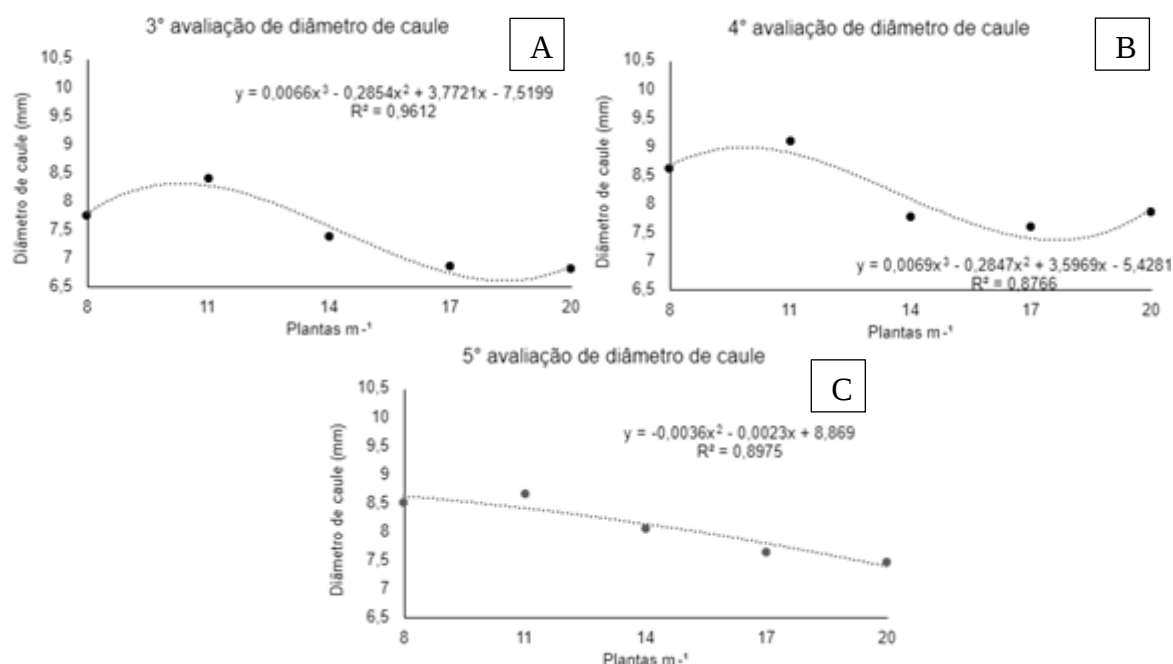


Figura 4 - (A): Terceira avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (B): Quarta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura; (C): Quinta avaliação de diâmetro de caule da cultivar BMX Zeus em função da densidade de semeadura.

Dentre os componentes de rendimento avaliados, sendo estes o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e produtividade. Sendo assim, foi avaliado que não houve interação significativa entre as cultivares e as densidades de semeadura, com exceção da massa de mil grãos (PMG), onde o mesmo foi maior para a cultivar BMX Zeus em comparação a BMX lança, sendo demonstrado na Tabela 4. Este comportamento também foi observado no trabalho de Tonatto (2020), que testou as mesmas cultivares deste presente estudo, em diferentes ambientes, e o peso de mil grãos da cultivar BMX Zeus foi significativamente superior ao peso de mil grãos da cultivar BMX Lança.

O número de grãos por vagem não teve diferenças significativas entre as populações, pois este componente está ligado geneticamente a cultivar, não sendo afetado pela densidade populacional, esse comportamento também foi observado no trabalho de Derreti et al. (2022).

Tabela 4: Médias de número de vagem por planta (NVP), número de grão por vagem, peso de mil grãos (PMG), altura de inserção de primeira vagem (IPV), altura de inserção de última vagem (IUV) e produtividade.

Cultivares	Tratamento (plantas m ⁻¹)	NVP (n)	NGV (n)	PMG (g)	IPV (cm)	IUV (cm)	PROD (kg ha ⁻¹)
Zeus	8	46,65 a*	2,51 a*	215,72 a	7,45 a	53,85 a	3938,49 a*
Lança		56,27 a*	2,69 a*	160,07 b	13,9 b	65,32 b	3893,36 a*
Zeus	11	36,07 a*	2,48 a*	210,77 a	8,67 a	62,17 a	4781,40 a*
Lança		40,05 a*	2,49 a*	164,80 b	16,47 b	72,22 b	4077,89 a*
Zeus	14	32,02 a*	3,03 a*	214,24 a	8,97 a	59,63 a	4716,46 a*
Lança		37,8 a*	2,38 a*	168,21 b	15,37 b	70,95 b	4384,95 a*

Zeus		24,62 a*	2,42 a*	203,57 a	9,32 a	56,9 a	4120,77 a*
Lança	17	30,12 a*	2,43 a*	165,67 b	17,87 b	70,9 b	4218,19 a*
Zeus		27,8 a*	2,38 a*	205,76 a	9,55 a	62,67 a	4889,90 a*
Lança	20	31,17 a*	2,4 a*	168,5 b	18,4 b	73,72 b	4270,08 a*

*Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem significativamente pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Assim, na avaliação da cultivar BMX Lança para o fator população, foi possível identificar que houve diferença significativa em relação ao número de vagens em função da densidade, onde com o aumento da densidade de semeadura houve uma diminuição gradativa do número de vagens por planta (Figura 5 A). Esse comportamento também foi observado no trabalho de Lunkes et al. (2019), que utilizou a cultivar BMX Lança, nas densidades de 18, 27 e 36 plantas por metro, onde teve aumento no número de vagens em função da diminuição da densidade.

Essa interação pode ser justificada pelo fato que em menor densidade de semeadura, há uma maior ramificação do caule das plantas, e consequentemente maior quantidade de vagens; e em contrapartida com o adensamento das plantas, o menor espaço disponível leva a uma menor ramificação do caule e consequentemente um menor número de vagens por planta, pois em maiores densidades há a competição por luz e diminuição de fotoassimilados, dessa forma a planta diminui a quantidade de ramificações (MAUAD et al., 2010).

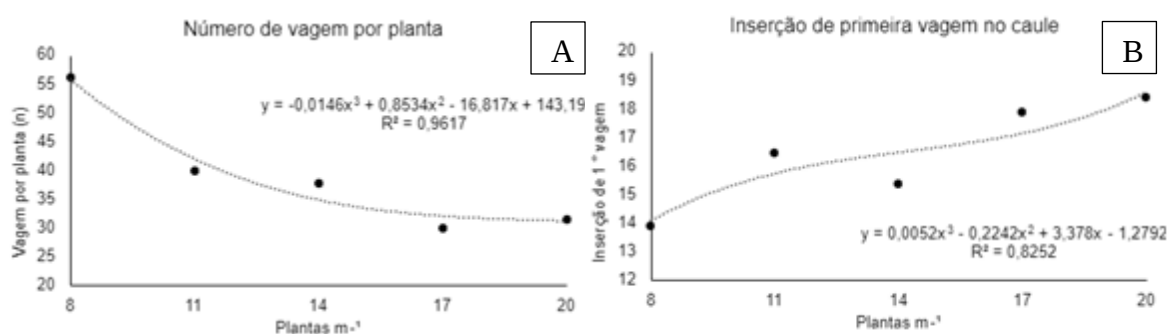


Figura 5 - (A): Número de vagem por planta da cultivar BMX Lança, em função da densidade de semeadura; **(B):** Avaliação de altura de inserção de primeira vagem da cultivar BMX Lança, em função da densidade de semeadura.

A altura de inserção de primeira vagem apresentou diferença significativa em relação ao aumento da densidade, a qual aumentou a medida em que a densidade das plantas aumentava, sendo explicada pelo fator de competitividade das plantas da cultura que levam ao estiolamento dos caules, sendo este fator de grande importância, por definir a regulação correta da plataforma colhedora a fim de aumentar a eficiência na colheita (Figura 5 B).

Houve também diferença significativas entre as cultivares para a inserção da primeira e última vagem, onde a cultivar BMX Zeus apresentou menor altura de inserção da primeira vagem, sendo observado também no trabalho de Tonatto (2020), onde a cultivar Zeus apresentou a menor altura de 12,2 cm. De acordo com o mesmo autor, a altura ideal de primeira vagem para diminuir perdas na colheita deve ser superior a 10 cm. No presente trabalho a cultivar BMX Zeus apresentou altura abaixo de 10 cm em todas as densidades testadas, já a altura de inserção da primeira vagem na cultivar Lança foi superior a 10 cm em todas as densidades.

No estudo de Gomes et al. (2017) foi notado o aumento da altura de inserção da primeira vagem das plantas à medida que a densidade subiu, sendo todas superiores aos 10 centímetros, sendo uma medida considerada ideal para menores perdas na colheita mecanizada. No mesmo trabalho, foi visto também que com o aumento da densidade de semeadura houve a redução do

número de galhos por planta. A diminuição de galhos das plantas com o aumento da densidade de semeadura também foi constatada no estudo de Souza et al. (2009) com as cultivares de soja CD213RR e BRS255RR.

A cultivar BMX Zeus quando avaliada, também apresentou interação entre o número de vagens por planta em função do aumento da densidade de semeadura, onde à medida em que a densidade de plantas aumentava, o número de vagens por plantas diminuía, sendo observado esse comportamento até a população de 17 plantas por metro (Figura 6). No trabalho de Alba (2021), utilizando a cultivar BMX Zeus, nas densidades de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro, onde houve diferença de 57,52 % de número de vagens por planta, entre a população de 4 e 12 plantas por metro.

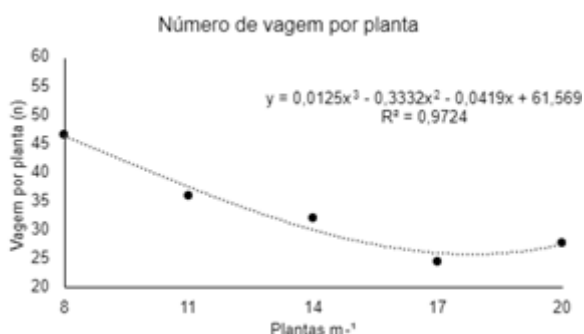


Figura 6 - Número de vagem das plantas da cultivar BMX Zeus, em função da densidade de semeadura.

Para a produtividade não houve diferença significativa entre as cultivares e entre as populações, se diferindo do trabalho de Alba (2021), que utilizou a cultivar BMX Zeus nas densidades de 4, 6, 8, 10 e 12 plantas por metro, onde observou incremento na produtividade de forma linear, com o aumento da densidade de plantas. Já no trabalho de Lunkes et al. (2019), no qual utilizou a cultivar BMX Zeus e BMX Lança, nas densidades de 9, 13 e 18 plantas por metro, não obteve diferenças significativas de produtividade.

CONCLUSÃO

A altura de plantas e diâmetro de caule, variou conforme a densidade de plantas nas cultivares avaliadas.

Dentre os componentes de rendimento a cultivar BMX Zeus apresentou o maior peso de mil grãos. O número de vagens diminuiu em relação ao aumento da densidade na cultivar Lança. A altura de inserção de primeira e última vagem foi maior na cultivar BMX Lança.

Não houve diferenças para o número de grãos por vagem e produtividade em relação a densidade de semeadura e entre as cultivares testadas.

REFERÊNCIAS

ALBA, J. E. D. **População de plantas e produtividade da cultivar de soja BMX ZEUS IPRO®**. 2021. P. 24. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos.

BALBINOTI, A. A; PROCÓPIO, S. O; DEBIASI, H; FRANCHINI, J. C. Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina: **Embrapa Soja**, v. 1, n. 364, p. 36, 2015.

BORGES, B. **Comportamento de cultivares de soja em diferentes densidades de semeadura**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal Goiano, Goiás.

BUSANELLO, C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região norte do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 512-515, 2013.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O. MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

DERETTI, A. F. H.; SANGOI, L.; JUNIOR, M. C. M.; GULARTE, P.B.S.; CASTAGNETI, V.; LEOLATO, L. S.; KUNESKI H. F.; SCHERER R. L.; BERKENBROCK J.; DUARTE L.; NUNES M. S. Resposta de cultivares de soja à redução na densidade de plantas no planalto norte catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 2, p. 123-136, 2022.

GOMES, H. D. S.; SMIDERLE, O. J.; MENEZES, P.; GIANLUP, V.; MARQUES, C. Características agronômicas na produtividade da soja em diferentes densidades de plantas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA. Fortaleza-CE**. p. 1-4. 2017.

LUNKES, R. H. R.; DALPOSSO, M. A.; MULLER, A. L.; MENEZES, R. V. CERUTTI, G. K. Resposta de três cultivares de soja sob diferentes densidades populacionais. In: OLIVEIRA, R. J. **Agricultura em foco: tópicos em manejo, fertilidade do solo e impactos ambientais - volume 3**. Editora Científica Digital, 2020. Cap. 11, p. 132-142.

MUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA, A.I. Jr; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v.3, n.9, p.175-181, 2010.

RAMOS JUNIOR, E. U.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**, v 2, p. 52-56, 19 mar. 2019.

SILVA, L. F. M. FERREIRA, K. S. Soja: alimento de alta qualidade para ser consumido com moderação. In: UENF. **Uenfciência**. Rio de Janeiro, 21 fev. 2017. Disponível em: <http://uenfciencia.blogspot.com/search?q=soja>. Acesso em: 07 set. 2023.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J, M.; KUHNEM JUNIOR, P.R. Relação entre densidade de plantas e genótipo de soja roundup ready™. **Planta Daninha**, v. 28, p. 887-896, 2010.

TONATTO, M. **Potencial de rendimento de cultivares modernos de soja na região sudoeste do paraná**. 2020. 87 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2020.